



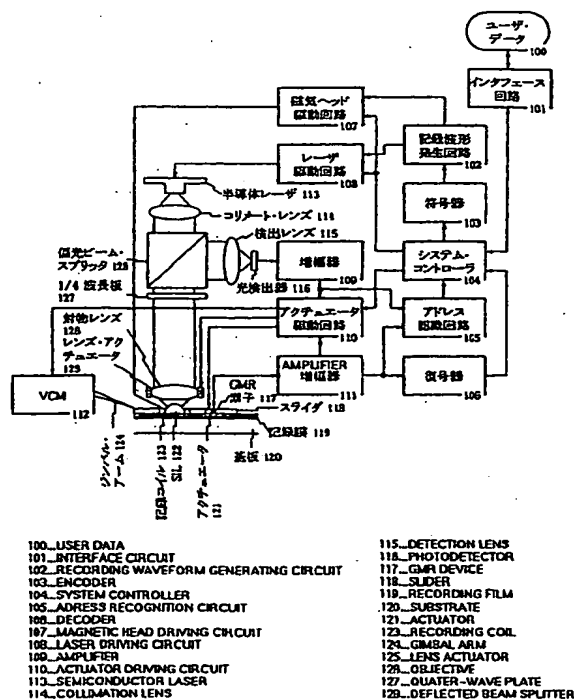
(51) 国際特許分類 G11B 5/02	A1	(11) 国際公開番号 WO00/14733  (43) 国際公開日 2000年3月16日(16.03.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/03929  (22) 国際出願日 1998年9月2日(02.09.98)  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)(JP/JP) 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 嵯峨秀樹(SAGA, Hideki)(JP/JP) 根本広明(NEMOTO, Hiroaki)(JP/JP) 助田裕史(SUKEDA, Hirofumi)(JP/JP) 高橋正彦(TAKAHASHI, Masahiko)(JP/JP) 中村公夫(NAKAMURA, Kimio)(JP/JP) 丸山洋治(MARUYAMA, Yoji)(JP/JP) 井手 浩(IDE, Hiroshi)(JP/JP) 濱口雄彦(HAMAGUCHI, Takehiko)(JP/JP) 〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社 日立製作所 中央研究所内 Tokyo, (JP).	(74) 代理人 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katsuo) 〒100-8220 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP)  (81) 指定国 CN, JP, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称 情報記録再生装置

(57) Abstract

An information recording/reproducing device using a recording medium which holds information by a reversed magnetic domain on a vertical magnetic recording film, comprising a light projecting means which projects an electromagnetic energy or light onto the recording medium and a magnetic flux sensing means which is located on the same side as the light projecting means and senses the leakage magnetic flux from the recording medium. With this construction, information can be recorded on both sides of the recording medium.



(57)要約

垂直磁気記録膜上の反転磁区によって情報を保持する記録媒体を用いた情報記録再生装置において、該記録媒体に電磁エネルギー又は光を前記記録媒体上に照射する照射手段と、前記記録媒体に関して前記照射手段と同じ側に位置し、前記記録媒体からの漏洩磁束を検出する磁束検出手段と、を有することとした。これにより、記録媒体の両面記録ができる

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TR	トルコ
CC	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	NE	ニジェール	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NL	オランダ	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NO	ノールウェー	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NZ	ニュージーランド	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CC	チェンコ	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
DE	ドイツ	KR	韓国	RO	ルーマニア		
DK	デンマーク						

## 明 細 書

## 情報記録再生装置

## 技術分野

本発明は基体表面に製膜された垂直磁気記録膜上の反転磁区によって情報を保持する記録媒体を用い、該記録媒体からの漏洩磁束を検出して情報の再生を行う情報再生装置、または基体表面に製膜された垂直磁気記録膜上の反転磁区によって情報を保持する記録媒体を用い、反転磁区を形成することにより情報を記録し、該記録媒体からの漏洩磁束を検出して情報の再生を行う情報記録再生装置に関するものである。

## 背景技術

特開平 1 0 - 2 1 5 9 8 号公報に見られるような光磁気再生および磁気再生の両方が可能な従来の情報記録媒体およびその記録再生装置（従来技術）においては、記録媒体上に形成された光磁気記録膜に対して光源からの記録光を基板越しに照射、加熱して反転磁区を形成することにより記録を行っていた。また情報の再生は、前述の光磁気記録膜に対して光源からの再生光を基板越しに照射して反射光の偏光面の回転を検出すること、および光磁気記録膜上に第 2 の磁性層を形成し、この第 2 の磁性層から漏洩磁束再生を行うことによって行われていた。

## 発明の開示

従来技術においては基板に関して記録膜と反対側に光源を配置しているので基体の両面に記録膜を形成して記録を行うことができなかった。また基体が光源の波長に関して透過性を有する必要があるため基体の材質に関する自由度が低く、薄く機械特性に優れ安価な基体を用いることができなかった。さらに記録手段および再生手段を記録媒体上の任意位置に位置づける手段を別個に用意する必要があった。したがって装置サイズ、コストおよび記録媒体コストの点で不利であった。

さらに基体の厚さ誤差や、基体と光軸のなす角度の誤差に関しての許容範囲が狭く、記録再生装置および記録媒体の機械的な精度を高く保つ必要があるために装置製造コストの点で不利であった。

前記問題を解決する目的で、本発明では、垂直磁気記録膜上の反転磁区によって情報を保持する記録媒体を用いた情報記録再生装置において、

該記録媒体に電磁エネルギー又は光を前記記録媒体上に照射する照射手段と、

前記記録媒体に関して前記照射手段と同じ側に位置し、前記記録媒体からの漏洩磁束を検出する磁束検出手段と、を有することとした。

これにより、記録媒体の両面記録ができることになる。すなわち、従来技術の単純に2倍の記録ができることになる。なお、ここでは電磁エネルギー又は光を照射している

が、例えばレンズで収束するなどして記録媒体を局所的に励起するものであればよい。電磁エネルギー又は光の例として、可視光はもちろん、赤外光、紫外光などがある。

さらに、上記照射手段の少なくとも一部及び上記磁束検出手段を搭載し前記記録媒体表面を走査するスライダをさらに有することとし、照射位置と磁束検出位置を同時に調節できることとなった。

さらに、上記スライダの上記照射手段の少なくとも一部は、走査する方向に対して上記磁束検出手段よりも前に配置されていることとし、浮上量が多少大きくてもよい照射手段を前にし、浮上量が小さい方がよい磁束検出手段を記録媒体に近づけることができた。

さらに、上記スライダは上記照射手段の少なくとも一部としてSILを搭載することとし、スライダを記録膜に近づけ、磁気検出を容易にした。また、SILにより、同一の光源波長でより微少な記録マークを形成することが可能となった。

さらに、上記スライダは、上記照射手段の少なくとも一部としての対物レンズを搭載することとし、磁気検出位置に対応して、照射位置を同時に移動できるようにした。

また、上記スライダは上記照射手段の少なくとも一部として光ファイバを搭載することとし、照射手段の軽量化を図り、アクセス性能を改善した。

また、上記スライダは、上記対物レンズの位置を調節するレンズアクチュエータを搭載することとし、磁気検出素

子との相対位置を微妙に調節できるようにした。

この調節については、上記スライダが上記記録媒体上の上記電磁エネルギー又は光のスポット位置と上記磁束検出手段との相対位置関係を調節するアクチュエータを搭載することでも行うことができる。

また、記録媒体上の電磁エネルギー又は光のスポット位置に記録磁界を印加する記録磁界印加手段を有することとした。磁界印加手段の磁界印加範囲と関係なく、スポットの大きさで、記録マークの大きさが決まるので、マークの大きさはかなり小さい。このときの磁界の方向は記録媒体の主面に垂直な方向の方が水平な方向よりも記録密度は大きい。

本発明では、光を記録専用を用いることができるため、通常の光磁気再生での偏光方向検出が必要なくなる。従って、光源から前記記録媒体への透過率が100%であって、反射率が0%である偏光ビームスプリッタを用いて、光の利用効率を高くできる。

また、他の発明として、記録媒体の表面に設けられた凹凸構造部分からの反射光により光照射位置を制御する光照射位置制御手段と、

該凹凸構造部分における漏洩磁束を検出して磁束検出の位置を制御する磁束検出位置制御手段とを有することで、位置制御に対して凹凸構造を光照射位置と磁束検出位置の両方の制御に共用できた。

また、他の発明として、磁界変調方式の光磁気記録では、

円弧状の磁化ドメインが形成されるので、記録媒体表面に沿った磁束検出感度分布が略円弧状である磁束検出手段を有することで、効率の高い再生を実現した。

なお、副次効果として、記録媒体の基体が光源の波長に関して透過性を有する必要がなくなるため基体の材質に関する自由度が高まり、薄く機械特性に優れ安価な基体を用いることが可能となる。その結果、装置サイズおよび記録媒体コストの点で極めて有利となる。

さらにエネルギーの収束経路が基体を介さないため、基体の厚さ誤差の問題が解決され、同時に基体と光軸のなす角度の誤差に関する許容範囲が広がる。したがって記録再生装置および記録媒体の機械的な精度を緩和でき、装置製造コストの点で極めて有利となる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明による情報記録再生装置の構成例を示した第 1 の図である。

図 2 は、図 1 で示された本発明による情報記録再生装置の動作を詳細に説明した図である。

図 3 は、本発明による情報記録再生装置の構成例を示した第 2 の図である。

図 4 は、図 3 で示された本発明による情報記録再生装置の動作を詳細に説明した図である。

図 5 は、本発明で用いる記録媒体表面の構造例を示した図である。

図 6 は、本発明で用いる磁束検出器のトラッキング方法の例を説明する図である。

図 7 は、本発明で用いる磁束検出器のトラッキング方法の他の例を説明する図である。

図 8 は、本発明で用いる漏洩磁束検出手段を説明する図である。

図 9 は、本発明による情報記録再生装置のやや詳細な構造例を示した図である。

図 10 は、図 9 におけるスライダ浮上量と記録光学系のエネルギー伝達効率、再生信号出力および記録磁界印加効率の関係を示した図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を用いて本発明の具体的な実施形態について詳細に説明する。

図面における符号は以下のとおりである。

107, 311	...	磁気ヘッド駆動回路
108, 307	...	レーザ駆動回路
110, 309, 916	...	アクチュエータ駆動回路
112, 326, 914	...	VCM
113, 312	...	半導体レーザ
116, 315, 912	...	光検出器
117, 317, 902	...	GMR素子
118, 327, 907	...	スライダ
121, 321	...	アクチュエータ



7

1 2 2 , 9 0 5	...	S I L
1 2 3 , 3 2 0 , 9 0 6	...	記 録 コ イ ル
1 2 6 , 9 0 8	...	対 物 レ ン ズ
1 2 7 , 3 2 4 , 9 0 9	...	1 / 4 波 長 板
1 2 8 , 3 2 5 , 9 1 0	...	偏 光 ビ ー ム ・ ス プ リ ッ タ
3 1 6	...	光 ファ イ バ
5 0 0 , 7 0 4	...	グ ル ー プ
5 0 1 , 7 0 5	...	ラ ン ド
5 0 7	...	ピ ッ ト
7 0 6	...	ア ド レ ス ・ ピ ッ ト
8 0 1	...	円 弧 状 G M R 素 子
9 0 1	...	垂 直 磁 気 記 録 膜
9 0 3	...	レ ン ズ ・ ア ク チ ュ エ ー タ

図 1 は本発明による情報記録再生装置の構成例を示した第 1 の図である。記録または再生動作に並行して行われる記録、再生位置情報の取得は次の通り行われる。すなわち半導体レーザ 1 1 3 から出射されたレーザ光はコリメータ・レンズ 1 1 4 によって平行光に変換され、偏光ビーム・スプリッタ 1 2 8 を通過して 1 / 4 波長板 1 2 7 で円偏光に変換される。ここで偏光ビーム・スプリッタ 1 2 8 は、半導体レーザ 1 1 3 からの出射レーザ光の偏光を全透過するものとする。さらに出射光は対物レンズ 1 2 6 および S I L ( S o l i d I m m e r s i o n L e n s ) 1 2 2 によって基板 1 2 0 上に形成された記録膜 1 1 9 に

円偏光の状態で絞り込まれ、光スポット（図示せず）を形成する。SILを用いることにより、用いない場合に比べてSIL屈折率の分だけ、光スポット径が縮小される。ここで半導体レーザ113から出射されるレーザ光の強度は記録膜119上の記録マーク（反転磁区、図示せず）を破壊しない程度に十分に低いものとする。次に記録膜119からの反射光はSIL122、対物レンズ126を通過後、1/4波長板127によって半導体レーザ113からの出射レーザ光とは直交する直線偏光に変換される。さらにこの反射光は偏光ビーム・スプリッタ128によって全反射され、検出レンズ115によって光検出器116上に絞り込まれる。従って光検出器116は光スポット部分における反射光強度信号を出力する。反射光強度信号は増幅器109によって適当なレベルまで増幅された後に、アドレス認識回路105およびアクチュエータ駆動回路110に入力される。また、以上で説明した光による反射率検出と同時に、GMR素子117は記録膜119の表面を走査し、磁束分布の検出を行う。記録マークまたは反転磁区の配列を反映したGMR素子117の出力は増幅器111によって必要なレベルまで増幅された後に、復号器106、アクチュエータ駆動回路110およびアドレス認識回路105に入力される。アドレス認識回路105は先の反射光強度信号およびGMR素子信号から各々の走査位置を解析し、システム・コントローラ104に伝達する。システム・コントローラ104は光スポットおよびGMR素子117の

位置情報および外部機器からの記録再生要求に従って、アクチュエータ駆動回路110、磁気ヘッド駆動回路107、レーザ駆動回路108の制御を適宜行う。アクチュエータ駆動回路110はシステム・コントローラ104からの指示、反射光強度信号およびGMR素子信号に従って、目的の情報記録トラック（図示せず）の中心位置を光スポットが適切なサイズで走査するように、あるいはGMR素子117が目的の情報記録トラックの中心位置を適切に走査するようにVCM（Voice Coil Motor）112、レンズ・アクチュエータ125、アクチュエータ121の駆動を行う。VCM112はこの駆動信号に従いジンバル・アーム124の先に固定されたスライダ118を移動させ、記録膜119上の任意位置に位置づける。スライダ118上には記録コイル123、SIL122、GMR素子117およびレンズ・アクチュエータ125の基部が積載されており、SIL122すなわち光スポット位置とGMR素子117間の相対位置関係はアクチュエータ121によって制御される。SIL122とGMR素子117間の相対位置の制御は以下のいずれの方法によっても良い。すなわち光スポットの位置を基準としてスライダ118の位置をVCM112が制御し、光スポットとGMR素子117が同一トラックを走査するようにアクチュエータ121を制御するか、光スポットとGMR素子117が一定トラック数を隔てて走査するようにアクチュエータ121を制御する。またはGMR素子117の位置を基準としてス

ライダ 118 の位置を VCM 112 が制御し、GMR 素子 117 と光スポットが同一トラックを走査するようにアクチュエータ 121 を制御するか、GMR 素子 117 と光スポットが一定トラック数を隔てて走査するようにアクチュエータ 121 を制御する。これらの相対位置関係の制御は常時行っても良いし、所定の時間間隔を隔てて行っても良い。

情報の記録時においては、記録すべきユーザ・データ 100 が外部機器とのインタフェース回路 101 を介してシステム・コントローラ 104 によって受け取られ、必要に応じてエラー検出、訂正情報等の付加後、符号器 103 に伝えられる。符号器 103 はユーザ・データ 100 を (1, 7) 変調後 NRZI 変換を施し、媒体上の記録マークの配列を反映した信号を生成する。記録波形発生回路 102 はこの信号を参照し、記録磁界の制御信号およびレーザ発光強度の制御信号を発生する。磁気ヘッド駆動回路 107 はシステム・コントローラ 104 からの指示を受け、記録磁界の制御信号に従って記録コイル 123 を駆動し、光スポット部分に記録磁界を発生する。またレーザ駆動回路 108 もシステム・コントローラ 104 からの指示を受け、レーザ発光強度の制御信号に従って記録エネルギー源である半導体レーザ 113 を駆動する。半導体レーザ 113 から出射されたレーザ光はコリメート・レンズ 114、偏光ビーム・スプリッタ 128、1/4 波長板 127 を介して対物レンズ 126 および SIL 122 によって絞り込まれ、

円偏光状態で基板上の記録膜 119 を加熱する。ここでレーザ光による加熱領域は記録磁界の印加領域に比べて広いものとする。記録膜 119 は膜面垂直方向に磁化容易軸を有する垂直磁気記録膜であり、常温での保磁力は外部から印加される記録磁界よりも高く、記録時のレーザ光による加熱時の保磁力は記録磁界よりも低いものとする。後述する通りレーザ光による加熱および記録磁界を制御することにより、記録膜 119 上に所望の記録マークを形成することができる。本実施例では従来技術とは異なり、偏光ビーム・スプリッタ 127 における光源からのレーザ光の透過率、反射率をそれぞれ 100%、0% とすることができる。従来技術ではこの透過率が 70 ~ 80 % 程度にしかできなかったのに対して、本発明では光源の光利用効率が飛躍的に改善され、低出力の光源をいち早く記録用途に利用することが可能となる。また光検出器 116 の受光量を一定とした場合、従来技術に比べて記録膜 119 面上においてより低いエネルギー密度での信号検出が可能となり、半導体レーザ 113 の波長の短縮等によってエネルギー密度が上昇した場合でも、記録膜 119 上の記録マークの破壊に関してより有利となる。

情報の再生時においては、記録膜 119 表面を GMR 素子 117 によって走査し、磁束分布を検出する。記録マークの配列を反映した GMR 素子 117 の出力は増幅器 111 によって必要なレベルまで増幅された後に、アクチュエータ駆動回路 110、復号器 106 およびアドレス認識

回路 105 に入力される。復号器 106 は符号器 103 の逆変換を施すことにより記録されていたデータを復元し、復元結果をシステム・コントローラ 104 に伝える。システム・コントローラ 104 は必要に応じてエラー検出、訂正等の処理を行い、インタフェース回路 101 を介して外部機器に再生されたユーザ・データ 100 を受け渡す。本実施例においては記録再生チャネルに直流付近の周波数成分を透過させることが可能であるため、高密度化に有利な記録再生チャネルの符号選択が可能となる利点を有する。

図 2 は図 1 で示された本発明による情報記録再生装置の動作を詳細に説明した図である。今、記録時にユーザ・データが符号器で変換され、記録データ 200 が得られたものとする。記録データ 200 は記録波形発生回路を介して磁気ヘッド駆動回路に伝えられ、記録膜上の光スポット周辺に記録磁界を発生する。記録磁界は記録膜に垂直に印加されるものとする。また同時にレーザ駆動回路はレーザ発光強度 201 で示した通り、記録マーク長の最小変化単位（検出窓幅）に同期したパルス状に半導体レーザを駆動する。光スポットによる加熱領域では記録膜の保磁力が低下して記録磁界を下回り、その領域の磁化が記録磁界の方向にならう。これは熱磁気記録と呼ばれる記録方法である。記録膜は光スポットの走査にともない加熱領域の中心を一定間隔で移しながらパルス状に加熱されるので、光パルスの照射ごとに略円形領域の磁化方向が決定される。光パルスの照射間隔を短縮してゆくと前記の略円形領域が重なり

合い、光パルスの照射ごとにあたかも三日月状の領域の磁化方向が決定できるようになる。記録マーク 203 はこの様子を表したもので、レーザ発光強度 201 および記録磁界 202 に示された記録動作を行った場合に形成される記録膜上の記録マーク形状を見たものである。光スポットは左から右に向かって走査し、記録磁界が正の場合には紙面上向き方向の磁区（黒色）が、記録磁界が負の場合には紙面下向き方向の磁区（白色）が形成される。以上は磁界変調記録方式として広く知られた記録方式である。磁界変調記録方式では記録磁区のサイズ（走査方向の磁壁間隔）が光スポットのサイズに律則されないため、微小な記録マークの形成において極めて有利な方法である。情報の再生時には記録マーク 203 を GMR 素子で走査し、再生信号 204 を得る。再生信号 204 は元の記録データ 200 を反映しており、必要に応じて増幅、等化、2 値化、復号等の処理を施されてユーザ・データに復元される。

ここでは記録媒体における磁化反転のために光による熱励起を用いた例を説明したが、これは他の励起方法を用いても良い。

図 3 は本発明による情報記録再生装置の構成例を示した第 2 の図である。記録または再生動作に並行して行われる記録、再生位置情報の取得は次の通り行われる。すなわち半導体レーザ 312 から出射されたレーザ光はコリメート・レンズ 313 によって平行光に変換され、偏光ビーム・スプリッタ 325 を通過して 1/4 波長板 324 で円

偏光に変換される。ここで偏光ビーム・スプリッタ 3 2 5 は、半導体レーザ 3 1 2 からの出射レーザ光の偏光を全透過するものとする。さらに出射光はカップリング・レンズ 3 2 3 によって光ファイバ 3 1 6 中に導入され、基板 3 1 9 上に形成された記録膜 3 1 8 上に絞り込まれた円偏光の状態で導かれる。ここで半導体レーザ 3 1 2 から出射されるレーザ光の強度は記録膜 3 1 8 上の記録マーク（反転磁区、図示せず）を破壊しない程度に十分に低いものとする。光ファイバの記録膜側先端部分はテーパ加工され、出射端の口径は半導体レーザ 3 1 2 の発振波長よりも短い。次に記録膜 3 1 8 からの反射光は光ファイバ 3 1 6、カップリング・レンズ 3 2 3 を通過後、1/4 波長板 3 2 4 によって半導体レーザ 3 1 2 からの出射レーザ光とは直交する直線偏光に変換される。さらにこの反射光は偏光ビーム・スプリッタ 3 2 5 によって全反射され、検出レンズ 3 1 4 によって光検出器 3 1 5 上に絞り込まれる。従って光検出器 3 1 5 は光ファイバ 3 1 6 による記録膜 3 1 8 への光照射部分における反射光強度信号を出力する。反射光強度信号は増幅器 3 0 8 によって適当なレベルまで増幅された後に、アドレス認識回路 3 0 5 およびアクチュエータ駆動回路 3 0 9 に入力される。また、以上で説明した光による反射率検出と同時に、GMR 素子 3 1 7 は記録膜 3 1 8 の表面を走査し、磁束分布の検出を行う。記録マークまたは反転磁区の配列を反映した GMR 素子 3 1 7 の出力は増幅器 3 1 0 によって必要なレベルまで増幅された後に、復号器 3 0



6. アクチュエータ駆動回路309およびアドレス認識回路305に入力される。アドレス認識回路305は先の反射光強度信号およびGMR素子信号から各々の走査位置を解析し、システム・コントローラ304に伝達する。システム・コントローラ304は光照射位置およびGMR素子317の位置情報および外部機器からの記録再生要求に従って、アクチュエータ駆動回路309、磁気ヘッド駆動回路311、レーザ駆動回路307の制御を適宜行う。アクチュエータ駆動回路309はシステム・コントローラ304からの指示、反射光強度信号およびGMR素子信号に従って、目的の情報記録トラック（図示せず）の中心位置を光照射位置が適切に走査するよう、あるいはGMR素子317が目的の情報記録トラックの中心位置を適切に走査するようにVCM326、アクチュエータ321の駆動を行う。VCM326はこの駆動信号に従いジンバル・アーム322の先に固定されたスライダ327を移動させ、記録膜318上の任意位置に位置づける。スライダ327上には光ファイバ316の先端部、GMR素子317およびアクチュエータ321が積載されており、光ファイバ316の先端部すなわち光照射位置とGMR素子317間の相対位置関係はアクチュエータ321によって制御される。アクチュエータ321は光照射位置とGMR素子317間の相対位置関係を制御する。相対位置の制御は以下のいずれの方法によっても良い。すなわち光照射位置を基準としてスライダ327の位置をVCM326が制御し、光照射

位置と G M R 素子 3 1 7 による走査位置が同一トラックとなるようにアクチュエータ 3 2 1 を制御するか、光照射位置と G M R 素子 3 1 7 による走査位置が一定トラック数を隔てるようにアクチュエータ 3 2 1 を制御する。または G M R 素子 3 1 7 による走査位置を基準としてスライダ 3 2 7 の位置を V C M 3 2 6 が制御し、G M R 素子 3 1 7 による走査位置と光照射位置が同一トラックとなるようにアクチュエータ 3 2 1 を制御するか、G M R 素子 3 1 7 による走査位置と光照射位置が一定トラック数を隔てるようにアクチュエータ 3 2 1 を制御する。これらの相対位置関係の制御は常時行っても良いし、所定の時間間隔を隔てて行っても良い。

情報の記録時においては、記録すべきユーザ・データ 3 0 0 が外部機器とのインタフェース回路 3 0 1 を介してシステム・コントローラ 3 0 4 によって受け取られ、必要に応じてエラー検出、訂正情報等の付加後、符号器 3 0 3 に伝えられる。符号器 3 0 3 はユーザ・データ 3 0 0 を所定の変換規則に従って変換し、記録膜 3 1 8 上の記録マークの配列を反映した信号を生成する。記録波形発生回路 3 0 2 はこの信号を参照し、レーザ発光強度の制御信号を発生する。磁気ヘッド駆動回路 3 1 1 はシステム・コントローラからの指示を受け、記録磁界の制御信号に従って記録コイル 3 2 0 を駆動し、レーザ光照射位置に記録磁界を発生する。またレーザ駆動回路 3 0 7 もシステム・コントローラ 3 0 4 からの指示を受け、レーザ発光強度の制御信号に

従って記録エネルギー源である半導体レーザ 312 を駆動する。半導体レーザ 312 から出射されたレーザ光はコリメート・レンズ 313、偏光ビーム・スプリッタ 325、1/4波長板 324 を経た後、カップリング・レンズ 323 および光ファイバ 316 によって導かれ、円偏光状態で基板 319 上の記録膜 318 を加熱する。ここでレーザ光による加熱領域は記録磁界の印加領域に比べて広いものとする。記録膜 318 は膜面垂直方向に磁化容易軸を有する垂直磁気記録膜であり、常温での保磁力は外部から印加される記録磁界よりも高く、記録時のレーザ光による加熱時の保磁力は記録磁界よりも低いものとする。後述する通りレーザ光による加熱を制御することにより、記録膜 119 上に所望の記録マークを形成することができる。

情報の再生時においては、記録膜 318 の表面を磁気抵抗効果素子等の GMR 素子 317 によって走査し、磁束分布を検出する。記録マークの配列を反映した GMR 素子 317 の出力は増幅器 310 によって必要なレベルまで増幅された後に、アクチュエータ駆動回路 309、復号器 306 およびアドレス認識回路 305 に入力される。復号器 306 は符号器 303 の逆変換を施すことにより記録されていたデータを復元し、復元結果をシステム・コントローラ 304 に伝える。システム・コントローラ 304 は必要に応じてエラー検出、訂正等の処理を行い、インタフェース回路 301 を介して外部機器に再生されたユーザ・データ 300 を受け渡す。

図 4 は図 3 で示された本発明による情報記録再生装置の動作を詳細に説明した図である。今、記録時にユーザ・データが符号器で変換され、記録データ 4 0 0 が得られたものとする。記録データ 4 0 0 は記録波形発生回路を介してレーザ駆動回路に伝えられる。レーザ駆動回路はレーザ発光強度 4 0 1 で示した通り、記録マーク長に対応した所定のマルチ・パルス記録波形に従って半導体レーザを駆動する。マルチ・パルス記録は公知の技術であり、特開平 0 5 - 2 9 8 7 3 7 号公報等に詳述されているのでここでの説明は省略する。同時にシステム・コントローラは磁気ヘッド駆動回路を制御し、記録膜 3 1 8 上の光照射位置周辺に記録磁界を印加する。記録磁界は記録膜 3 1 8 に垂直に印加されるものとし、また記録に先立って記録膜は紙面下向きに一様に磁化されているものとする。光照射によって強く加熱された部分では記録膜の保磁力が低下して記録磁界を下回り、その領域の磁化が記録磁界の方向にならう（熱磁気記録）。記録膜は光照射位置の走査にともない加熱領域の中心を移しながらパルス状に加熱されるので、光パルスの照射ごとに略円形領域の磁化方向が決定される。光パルスの照射間隔を短縮してゆくと、前記の略円形領域が重なり合い、連続した光パルスの照射によって長円形の領域の磁化方向が決定できるようになる。記録マーク 4 0 2 はこの様子を表したもので、レーザ発光強度 4 0 1 に示された記録動作を行った場合に形成される記録膜上の記録マーク形状を見たものである。光照射位置は左から右に向

かって走査し、紙面上向き方向の磁区（黒色）が形成される。情報の再生時には記録マークをGMR素子で走査し、再生信号を得る。再生信号は元の記録データを反映しており、必要に応じて増幅、等化、2値化、復号等の処理を施されてユーザ・データに復元される。

図5は本発明で用いる記録媒体表面の構造例を示した図である。垂直磁気記録膜506は図5に示したように予め凹凸構造を有する基板505上に成膜されている。基板505はディスク状、テープ状あるいはカード状等の形状が考えられるが、特定の形状である必要はない。これは以下の説明においても共通である。基板505がディスク状、カード状である場合、凹凸構造の形成は従来のCD-ROM、DVD-ROM等と同様な射出成形あるいは紫外線硬化樹脂による転写等の方法が考えられる。基板505はアルミニウム等の金属板、合成樹脂、カーボン等の非金属板等が考えられるが、光源波長における光透過性は必須ではない。ユーザ・データの記録を行うトラック504はランド501を中心として等間隔に設定されており、トラック504の境界部にはランド504と高さの異なるグループ500が形成されている。またトラック504中央にはランド501の平坦部と高さの異なるピット507が形成されている。ランド501およびピット507の深さは、記録エネルギー源の波長の1/4程度とする。一般的にランド501の平坦部とピット507、グループ500では、垂直磁気記録膜506の厚さの違い、垂直磁気記録膜50

6 内部での応力の違い、垂直磁気記録膜 5 0 6 膜面の曲率の違い、基板 5 0 5 の表面荒さの違い等に起因して保磁力が異なる。今、仮にピット 5 0 7 底部やグループ 5 0 0 における常温保磁力  $H_c 1$  がランド 5 0 1 平坦部の常温保磁力  $H_c 2$  よりも低いものとする。すると例えば全体を  $H_c 2$  よりも十分に強い膜面に垂直な磁界中で一様に磁化した後、今度は逆向きで  $H_c 1$  よりも強く  $H_c 2$  未満の磁界中でピット 5 0 7 底部やグループ 5 0 0 を部分的に反転磁化すれば図 5 に示した所望の磁区分布が得られる。あるいは一定の外部磁界を印加した状態で垂直磁気記録膜 5 0 6 全体を垂直磁気異方性が低下しない程度に加熱して全体を一様方向に磁化した後、外部印加磁界が磁化反転を起こさせたいピット 5 0 7 底部やグループ 5 0 0 の保磁力以上であり、磁化反転を起こさせたくないランド 5 0 1 平坦部の保磁力以下となるような温度で外部印加磁界の方向を反転後冷却すれば、図 5 に示した所望の磁化分布を実現できる。ここで図 5 中の垂直磁気記録膜 5 0 6 の塗色および矢印は磁区の磁化方向を示しており、白色は垂直磁気記録膜 5 0 6 に関して基板側に向かう磁化（下向き）、黒色は記録膜に関して基板側からの磁化（上向き）を表している。但しここでの説明は  $H_c 1$  と  $H_c 2$  間の大小関係や凹凸構造における磁化方向を規定するものではなく、 $H_c 1$  と  $H_c 2$  に違いがあれば部分的に反転磁区が形成できるので、先の実施例における光スポット、光照射位置、漏洩磁束検出器等に関する位置情報が取得でき、トラッキング・サーボ動

作等が可能となる。また位置情報取得用の反転磁区の形成方法に関して何らの制限を加えるものでもなく、他の方法（例えばサーボ・ライタ）によっても問題ない。

光スポットあるいは光照射位置の特定は、例えばグループ 5 0 0 による光の回折あるいはピット 5 0 7 による光の干渉を用いて行う。すなわちトラック中心 5 0 3 からの光スポット、光照射位置中心の誤差に関してはグループ回折光によるプッシュ・プル方式やピット 5 0 7 によるサンプル・サーボ方式によって誤差信号を生成すれば良い。また記録媒体上におけるトラック 5 0 4 の識別に関しては、所定の規則に従ってトラック識別番号を示すピット 5 0 7 を形成し、光の干渉による見かけの反射率変化で信号を取得する。グループ回折光によるプッシュ・プル方式、あるいはピットによるサンプル・サーボ方式は広く一般に用いられている誤差信号生成方式（例えば 1 9 8 9 年、ラジオ技術社刊「光ディスク技術」、I S B N 4 - 8 4 4 3 - 0 1 9 8 - 5 の 9 5 ページ等）であり、ここでは詳細な説明を省略する。記録媒体上における磁束検出手段の位置の特定は、後述するように、例えばピット 5 0 7 における反転磁区を用いたサンプル・サーボ方式等によって行えば良い。グループ 5 0 0 およびピット 5 0 7 は凹構造でも凸構造でも光学的位相差という観点からは本質的な差はない。しかしランド 5 0 1 上に記録を行う場合には、磁束検出手段の検出感度および破壊の観点から、グループ 5 0 0 およびピット 5 0 7 はランド 5 0 1 に対して凹構造であることが

望ましい。またピット507による反転磁区はCD-ROM、DVD-ROMと同様に記録媒体製造段階で予め固定されるユーザ情報そのものの記録に用いても良い。

図6は本発明で用いるトラッキング方法の例を説明する図であり、基板上の垂直磁気記録膜を漏洩磁束再生側から見た場合の模式図である。図中黒色で表された部分は紙面上向き、白色で表された部分は紙面下向きに磁化しているものとする。垂直磁気記録膜上に反転磁区を形成するためには図5で説明した基板の凹凸構造等を用いる。すなわちサーボ・パターンA600およびサーボ・パターンB601の反転磁区形状と基板表面の高低分布は一致しており、情報が記録されるトラック中心から内外に1/2トラック間隔だけオフセットした位置に凹凸構造上の反転磁区によるサーボ・パターンA600およびサーボ・パターンB601が形成されている。今、磁束検出手段であるGMR (Giant Magnetoresistive) 素子602が図中左から右に向かって垂直磁気記録膜表面を走査するものとする。GMR素子602から得られる再生信号はGMR素子602の感度分布と垂直磁気記録媒体上の磁束分布のコンボリューションであり、例えば図5のようにGMR素子602の走査位置がサーボ・パターンB601側に若干オフセットしていた場合には、サーボ・パターンAにおける漏洩磁束再生信号振幅 $I_{wAM}$ とサーボ・パターンBにおける漏洩磁束再生信号振幅 $I_{wBM}$ 間に $I_{wAM} < I_{wBM}$ なる大小関係が生ずる。逆にGMR



素子 602 の走査位置がサーボ・パターン A 600 側に若干オフセットしていた場合には、サーボ・パターン A 600 における漏洩磁束再生信号振幅  $IwAM$  とサーボ・パターン B 601 における漏洩磁束再生信号振幅  $IwBM$  間に  $IwAM > IwBM$  なる大小関係が生ずる。従ってサーボ・パターン A 600、サーボ・パターン B 601 における漏洩磁束再生信号振幅を検出して差  $IwAM - IwBM$  を求めることにより、GMR 素子 602 のトラック N 中心 605 からの逸脱量（サーボ信号）を検出することができる。GMR 素子 602 でトラック N 中心 605 を常に走査するためには、サーボ・パターン A 600 およびサーボ・パターン B 601 をトラックに沿って一定間隔で形成しておき、各サーボ・パターンの組から得られる逸脱量を零とするようトラッキング・サーボ（サンプル・サーボ）を構成すればよい。一方光スポット 603 の位置特定は、サーボ・パターン A 600 およびサーボ・パターン B 601 による光の干渉を用いて行う。光スポット 603 がサーボ・パターン A 600 およびサーボ・パターン B 601 のピット上を通過すると、ピットと光スポット 603 の重なりに応じて反射光の光量が減少する。ピットの光学的深さおよび大きさを適当な値とすれば、光スポット 603 とピットによるサーボ・パターンの重なりが大きいほど反射光量が低下する。例えば図 5 のように光スポット 603 の走査位置が、サーボ・パターン A 600 とサーボ・パターン B 601 側のちょうど中間であるトラック N 中心 605 に一致

していた場合には、サーボ・パターン A における反射光強度再生信号振幅  $I_{wAO}$  とサーボ・パターン B における反射光強度再生信号振幅  $I_{wBO}$  間に  $I_{wAO} = I_{wBO}$  なる関係が生ずる。光スポット 603 走査位置がどちらかのサーボ・パターンにオフセットしていた場合には、反射光強度再生信号振幅  $I_{wAM}$ ,  $I_{wBM}$  間にアンバランスが生ずる。従ってサーボ・パターン A 600, サーボ・パターン B 601 における反射光強度再生信号振幅を検出して差  $I_{wAO} - I_{wBO}$  を求めることにより、光スポット 603 のトラック N 中心 605 からの逸脱量 (サーボ信号) を検出することができる。GMR 素子 602 および光スポット 603 でトラック N 中心 605 を常に走査するためには、サーボ・パターン A 600 およびサーボ・パターン B 601 をトラックに沿って一定間隔で形成しておき、各サーボ・パターンの組から得られる各々の逸脱量を零とするようトラッキング・サーボ (サンプル・サーボ) を構成する。

図 7 は本発明で用いる他のトラッキング方法の他の例を説明する図であり、基板上の垂直磁気記録膜を漏洩磁束再生側から見た場合の模式図である。図中黒色で表された部分は紙面上向き、白色で表された部分は紙面下向きに磁化しているものとする。垂直磁気記録膜上に反転磁区を形成するためには図 5 で説明した基板の凹凸構造等を用いる。すなわちグループ 704 はランド 705 の両端にトラックに沿ってランド 705 面に比べて低く形成されている。ト

トラック中心はランド705中心と一致しており、情報はランド705に記録される。またグループ704の磁化方向とランド705の消去磁化方向は逆向きとなっている。さらにランド705中央部にはランド705とは磁化方向が異なり、ランド705面に比べて低く形成されているアドレス・ピット706が存在する。アドレス・ピット706はランド705上に所定の間隔で形成されており、トラック番号、セクタ番号等の記録媒体上での物理的な位置を示す情報を保持している。今、磁束検出手段であるGMR素子700、701が図中左から右に向かって記録膜表面を走査する。本構成ではトラックと直交して2個並列に配置されたGMR素子700、701を用いて、ランド705からのGMR素子700、701の逸脱量および再生信号を検出する。差動増幅器707はGMR素子700とGMR素子701の出力の差を演算し、トラック逸脱量信号709を生成する。加算器708はGMR素子700とGMR素子701の出力の和を演算し、漏洩磁束再生信号710を生成する。前述の通りGMR素子700、701から得られる再生信号はGMR素子700、701の各々感度分布と垂直磁気記録媒体上の磁束分布のコンボリューションである。従ってGMR素子700、701の組の中心とランド705の中心が一致している場合には、GMR素子700の出力とGMR素子701の出力はバランスし、トラック逸脱量信号709は零となる。GMR素子700、701の組の中心がランド705の中心から逸脱した場合

には、接近した側の G M R 素子の出力が上昇、逆側の G M R 素子の出力が低下し、トラック逸脱量信号 7 0 9 が非零となって逸脱方向と逸脱量を示す。漏洩磁束検出手段によって読み取られた記録磁区 7 0 2 およびアドレス・ピット 7 0 6 からの情報は、漏洩磁束再生信号 7 1 0 を通じて得られる。一方光スポット 7 0 3 の位置特定は、ランド 7 0 5、グループ 7 0 4 間の高さの違いによる光の回折を用いて行う。信号の検出方式はプッシュ・プル法として公知の技術（例えば 1 9 8 9 年、ラジオ技術社刊「光ディスク技術」、I S B N 4 - 8 4 4 3 - 0 1 9 8 - 5 の 8 6 ページ等）であり、ここでの説明は省略する。また、アドレス・ピット 7 0 6 の読み取りはアドレス・ピット 7 0 6 による光の干渉を利用して、反射光量の大小によって行う。

以上説明した通り、凹凸構造上に反転磁区構造を有する記録媒体を用いることにより、記録媒体上の同一の領域から光スポットあるいは光照射位置に関する位置情報および磁束検出器に関する位置情報を取得することができる。これにより記録媒体のフォーマット効率を向上させ、実効的な装置の記憶容量を拡大させることができる。垂直磁気記録膜上に反転磁区を形成するためには図 5 で説明した基板の凹凸構造等を用いれば良い。

図 8 は本発明で用いる漏洩磁束検出手段を説明する図であり、基板上の垂直磁気記録膜を漏洩磁束再生側から見た場合の模式図である。図中黒色で表された部分は紙面上向き、白色で表された部分は紙面下向きに磁化しているもの

とする。今、再生用の G M R 素子はトラック N 8 0 4 上を走査して、記録磁区 8 0 2 の保持する情報を再生する。前述した通り漏洩磁束検出手段である G M R 素子から得られる再生信号は、G M R 素子の感度分布と垂直磁気記録媒体上の磁束分布のコンボリューションである。従来の磁気記録再生装置では、記録磁界の印加領域が略矩形であり、形成される記録磁区も略矩形となっていた。したがってこれを再生する G M R 素子の感度分布も直線状（記録媒体表面に沿った感度分布の稜線を記録媒体表面に射影した場合に略直線となる）で問題がなかった。しかし第 1, 2 図を用いて説明した通り、本発明において高密度記録に有利な磁界変調記録方式によって反転磁区を形成すると、反転磁区の形状は図 8 に示した様に三日月状となる。この様な三日月状の記録磁区 8 0 2 を従来の直線状の感度分布を有する G M R 素子で再生すると、従来の G M R 素子による再生信号 8 0 5 で示したように隣接トラックであるトラック N + 1 からのクロストーク量が比較的大きいものに対して、高密度に形成された記録磁区 8 0 2 からの再生信号振幅は小さくなる。記録膜に照射される光パルスの強度を大きくすれば三日月状の記録磁区の曲率はある程度低下するが、隣接トラックに対するクロス・イレーズおよびトラック中央部の強い加熱に伴う記録膜の劣化の問題を考慮すると、実用的ではない。一方、三日月状記録磁区 8 0 2 を本発明の円弧状 G M R 素子 8 0 1 で再生した場合には、円弧状 G M R 素子による再生信号 8 0 6 に示した様に、G M R 素子端部

では G M R 素子と隣接トラック上の記録磁区の磁壁が略直交するためクロストークは低減される。さらに素子中央部では G M R 素子と再生トラック上の記録磁区の磁壁が略平行となるため再生信号振幅は大きくなる。しかし図 4 中に示したような長円形状記録マーク 4 0 2 を再生した場合には、記録マーク先端（先に走査される部分）では G M R 素子と再生トラック上の記録磁区の磁壁が略平行となるため再生信号振幅は大きくなる効果が得られるが、記録マーク後端（後で走査される部分）では G M R 素子と再生トラック上の記録磁区の磁壁の平行性が下がるため再生信号の分解能改善効果は得られない。以上説明した通り、磁界変調記録方式と本発明の円弧状の感度分布を有する磁束検出素子とを組み合わせれば、高密度の記録磁区反転領域においても信号対雑音比が大幅に改善され、高密度化、高信頼化の点で極めて有利となる。

図 9 は本発明による情報記録再生装置のやや詳細な構造例を示した図であり、記録媒体およびスライダを断面方向に見た場合の模式図である。垂直磁気記録膜 9 0 1 は基板 9 0 0 の両面に製膜されている。基板 9 0 0 はアルミニウム等の金属板、合成樹脂、カーボン等の非金属板等が考えられるが、光源波長における光透過性は必須ではない。図中黒色で表された部分は上向き、白色で表された部分は下向きに磁化しているものとする。記録媒体表面には左右方向に情報記録トラック（図示せず）が形成されており、記録媒体は情報記録トラックに沿って矢印で示される方向

(図9中右向き)に走行している。記録媒体の表面には記録手段であるSIL905、記録コイル906および再生手段であるGMR素子902が積載されたスライダ907が滑走している。まず光源(図示せず)から出射されたレーザ光904は偏光ビーム・スプリッタ910を通過して1/4波長板909で円偏光に変換される。ここで偏光ビーム・スプリッタ910は、光源からのレーザ光904の偏光を全透過するものとする。さらに出射光は対物レンズ908およびSIL905によって基板900上に形成された垂直磁気記録膜901に円偏光の状態で絞り込まれ、光スポット(図示せず)を形成する。ここでレーザ光904の強度は垂直磁気記録膜901上の記録マーク(反転磁区、図示せず)を破壊しない程度に十分に低いものとする。記録コイル906は光スポットを中心として、光スポット位置に膜面と垂直な記録磁界を発生できるようにリング状に配置されている。次に垂直磁気記録膜901からの反射光はSIL905、対物レンズ908を通過後、1/4波長板909によって光源からのレーザ光904とは直交する直線偏光に変換される。さらにこの反射光は偏光ビーム・スプリッタ910によって全反射され、検出レンズ911によって光検出器912上に絞り込まれる。従って光検出器912は光スポット部分における反射光強度信号を出力する。反射光強度信号は増幅器915によって適当なレベルまで増幅された後に、アクチュエータ駆動回路916に入力される。また、以上で説明した光による反射率検出と

同時に、GMR素子902は垂直磁気記録膜901の表面を走査し、磁束分布の検出を行う。記録マークまたは反転磁区の配列を反映したGMR素子902の出力は増幅器917によって必要なレベルまで増幅された後に、アクチュエータ駆動回路916に入力される。アクチュエータ駆動回路110は増幅器917から受け取った磁束検出信号に従って、GMR素子902が目的の情報記録トラック（図示せず）を適切に走査するようにVCM914の駆動を行う。VCM914はこの駆動信号に従いジンバル・アーム913の先に固定されたスライダ907を移動させ、GMR素子902を垂直磁気記録膜901上の目的の位置に位置づける。レンズ・アクチュエータ903は基部がスライダ907上に固定され、目的の情報記録トラックの中心位置を光スポットが適切なサイズで走査するよう、光スポットとGMR素子902間の相対位置関係を制御する。すなわち光スポットのサイズに関しては、対物レンズ908を図9中上下方向に移動させ、対物レンズ908の焦点位置を垂直磁気記録膜901に一致するように制御を行う。また光スポットとGMR素子902間の相対位置関係に関しては、対物レンズ908を図9中紙面の前後方向に移動させ、光スポットによる走査トラックと垂直磁気記録膜901による走査トラックが一致するように制御を行う。スライダ907上における記録再生手段の配置順序は、記録媒体の走行順に情報記録手段であるSIL905、記録コイル906の組、再生手段であるGMR素子902となつて



おり、記録動作時に、記録媒体の回転待ちをすることなく、記録された情報を直ちに再生して確認（ベリファイ）することができる。

本構成では各々の垂直磁気記録膜 901 に関して基板 900 と反対側に記録再生手段が配置されており、従来技術とは異なり、基板の片側のみから情報の記録再生を行うことが可能である。このため基板 900 の両面で情報を保持することが可能となり、装置サイズの点で極めて有利となる。また基板 900 はレーザ光 904 に対しての透過性を有する必要がなくなり、従来のガラス基板やプラスチック基板に替わり、金属基板やカーボン基板等を利用することができる。このため機械特性、コストに関して有利な基板材料を選択できる利点も併せて有する。

図 10 は図 9 におけるスライダ 907 の浮上量と記録光学系のエネルギー伝達効率、再生信号出力および記録磁界印加効率の関係を示した図である。記録媒体にはガラス製の基板 900 上に RF スパッタ法で製膜した厚さ 40 nm の TbFeCo アモルファス垂直磁気記録膜を用い、さらに表面には厚さ 10 nm の SiN による保護層を設けた。記録光学系には光源波長 655 nm、対物レンズ 908 の NA (Numerical Aperture) は 0.6、SIL 905 には屈折率 1.5 の半球形のものを用いた。まず初めに線速度 5 m/s で 0.2  $\mu$ m 周期 (0.1  $\mu$ m 長) の記録マークを磁界変調記録方式によって記録した。光源での光パルスのパワーは 18 mW、デューティ比は 3

3%であった。記録磁界は $\pm 2000$  eとした。引き続き、スライダの浮上量を変化させながら、GMR素子902の再生信号出力振幅およびSIL905を介して垂直磁気記録膜901に到達するエネルギーの伝達率を測定した。再生信号出力はスライダ浮上量30 nm時の出力を基準とした。エネルギー伝達効率是对物レンズ通過後のエネルギーと記録膜面に到達して記録マーク形成に使われたエネルギーの比を示す。浮上量の測定はスライダ後端のGMR素子902の位置でSiN保護膜の表面から行った。SIL905はスライダのほぼ中央に配置した。スライダの前端と後端での浮上量の比はほぼ2:1であった。

浮上量を上昇させていくとGMR素子の再生信号出力は徐々に低下し、浮上量40 nm以上では所望のエラー・レートを満足する大きさの再生信号出力が得られなかった。エネルギー伝達効率も浮上量の上昇とともに減少し、十分な再生信号出力が得られる幅の記録マークを形成するために必要な記録パワーが上昇した。浮上量85 nm以上では光源に用いた半導体レーザの定格である30 mWを上回ってしまったため、記録動作が不可能となった。また記録磁界印加効率は、実験の範囲内では変化が見られなかった。一般的に従来の磁界変調記録方式に用いる記録コイルを搭載したスライダは、記録媒体とのクラッシュを回避するために、数 $\mu$ m以上の浮上量を確保している。次に記録媒体の走行方向を逆転させ、同様に浮上量を変化させながら記録光学系のエネルギー伝達効率、再生信号出力および記録

磁界印加効率の関係を測定した。正常な記録再生動作が期待されるGMR素子の浮上量が40nm以下の状態にしようとしたところ、スライダ後端が記録膜表面に接触し、浮上が不安定となって正常な再生ができなかった。記録磁界印加効率に関しては浮上量との相関は認められず、常に100%であった。

以上を総合するとSILおよびGMR素子を積載したスライダで安定した記録再生動作を行うためには、記録媒体の走行方向に関して前方にSILを、後端にGMR素子を配置し、スライダの浮上量は40nm以下であることが必要であった。これにより浮上量の許容範囲がより広いSILをGMR素子に比べて前方に配置することにより、スライダ浮上量の許容範囲が広がり、装置の安定動作マージンが拡大される効果を有する。

本発明によれば、基体表面に製膜された垂直磁気記録膜上の反転磁区によって情報を保持する記録媒体を用いた情報記録再生装置において、基体の片側から記録および再生動作を行うことが可能となる。このことにより基体の材質に関する自由度が高まり、薄く機械特性に優れ安価な基体を用いることが可能となる。さらに記録手段および再生手段を記録媒体上の任意位置に位置づける手段を共用することが可能となる。またエネルギーの収束経路が基体を介さないため、基体の厚さ誤差の問題が解決され、同時に基体と光軸のなす角度の誤差についての許容範囲が広がる。以上により情報記録再生装置の高信頼化が図られ、大容量の

情報記録再生装置を小型かつ安価に提供することができる  
ようになる。

## 請 求 の 範 囲

1. 垂直磁気記録膜上の反転磁区によって情報を保持する記録媒体を用いた情報記録再生装置において、

該記録媒体に電磁エネルギー又は光を前記記録媒体上に照射する照射手段と、

前記記録媒体に関して前記照射手段と同じ側に位置し、前記記録媒体からの漏洩磁束を検出する磁束検出手段と、を有することを特徴とする情報記録再生装置。

2. 上記照射手段の少なくとも一部及び上記磁束検出手段を搭載し前記記録媒体表面を走査するスライダをさらに有することを特徴とする請求項1に記載の情報記録再生装置。

3. 上記スライダの上記照射手段の少なくとも一部は、走査する方向に対して上記磁束検出手段よりも前に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の情報記録再生装置。

4. 上記スライダの上記記録媒体に対する浮上量は、走査する方向に対して前側の浮上量が後側の浮上量よりも大きいことを特徴とする請求項3に記載の情報記録再生装置。

5. 上記スライダは上記照射手段の少なくとも一部としてSILを搭載することを特徴とする請求項2乃至4のいずれかに記載の情報記録再生装置。

6. 上記スライダは、上記照射手段の少なくとも一部としての対物レンズを搭載することを特徴とする請求項2乃至5のいずれかに記載の情報記録再生装置。

7. 上記スライダは上記照射手段の少なくとも一部として

光ファイバを搭載することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の情報記録再生装置。

8. 上記スライダは、上記対物レンズの位置を調節するレンズアクチュエータを搭載することを特徴とする請求項 6 に記載の情報記録再生装置。

9. 上記スライダは、上記記録媒体上の上記電磁エネルギー又は光のスポット位置と上記磁束検出手段との相対位置関係を調節するアクチュエータを搭載することを特徴とする請求項 2 乃至 8 のいずれかに記載の情報記録再生装置。

10. 上記記録媒体上の上記電磁エネルギー又は光のスポット位置に記録磁界を印加する記録磁界印加手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の情報記録再生装置。

11. 上記磁束検出手段の検出結果から前記記録媒体上に記録された情報を復元する情報復元手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の情報記録再生装置。

12. 垂直磁気記録膜に情報を保持する記録媒体を用いた情報記録再生装置において、

該記録媒体に光を前記記録媒体上に照射する照射手段と、

前記記録媒体からの反射光を検出する検出手段と、

前記記録媒体からの漏洩磁束を検出する磁束検出手段と、

光源から前記記録媒体への透過率が 100% であって、  
反射率が 0% である偏光ビームスプリッタと、  
を有することを特徴とする情報記録再生装置。

13. 記録媒体に光を照射することにより情報記録を行い、  
該記録媒体からの漏洩磁束を検出して情報再生を行う情報  
記録再生装置において、

上記記録媒体の表面に設けられた凹凸構造部分からの反射  
光により光照射位置を制御する光照射位置制御手段と、

該凹凸構造部分における漏洩磁束を検出して磁束検出の  
位置を制御する磁束検出位置制御手段と  
を有することを特徴とする情報記録再生装置。

14. 磁界変調方式の熱磁気又は光磁気記録を行う情報記  
録再生装置において、

記録媒体表面に沿った磁束検出感度分布が略円弧状であ  
る磁束検出手段を有することを特徴とする情報記録再生装  
置。

15. 基体表面に製膜された垂直磁気記録膜上の反転磁区  
によって情報を保持する記録媒体を用いた情報記録再生装  
置において、

該記録媒体に照射するためのエネルギーを発生する手段  
と、

該エネルギーを前記記録媒体上に収束させて照射する手  
段と、

前記収束手段によるエネルギー照射位置を特定する手段  
と、

前記記録媒体に関して前記収束手段と同じ側に位置し、  
前記記録媒体からの漏洩磁束を検出する手段と、

該磁束検出手段による磁束検出位置を特定する手段と、

前記収束手段および前記磁束検出手段を前記記録媒体上の任意位置に位置づける手段と、

前記エネルギー照射位置と該磁束検出手段との相対位置関係を制御する手段と、

前記磁束検出手段の検出結果から前記記録媒体上に記録された情報を復元する手段と  
を有することを特徴とする情報記録再生装置。

16. 基体表面に製膜された垂直磁気記録膜上の反転磁区によって情報を保持する記録媒体を用いた情報記録再生装置において、

該記録媒体に照射するためのエネルギーを発生する手段と、

該エネルギーを前記記録媒体上に収束させて照射する手段と、

前記収束手段によるエネルギー照射位置を特定する手段と、

前記記録媒体からの漏洩磁束を検出する手段と、

該磁束検出手段による磁束検出位置を特定する手段と、

前記収束手段と前記磁束検出手段を積載し前記記録媒体表面を走査するスライドと、

該スライドを前記記録媒体上の任意位置に位置づける手段と、

前記磁束検出手段の検出結果から前記記録媒体上に記録された情報を復元する手段と  
を有することを特徴とする情報記録再生装置。



17. 前記スライダを前記記録媒体上の任意位置に位置づける手段が、前記磁束検出位置の特定手段による位置情報を参照して動作する手段であることを特徴とする請求項16に記載の情報記録再生装置。

18. 前記エネルギー照射位置の特定手段による位置情報を参照して前記磁束検出手段と前記収束手段の相対位置関係を制御する手段を有することを特徴とする請求項16又は17に記載の情報記録再生装置。

19. 前記スライダ上において、前記エネルギー照射位置が前記磁束検出手段よりも前記記録媒体の走行方向に関して前方に位置することを特徴とする請求項16～18に記載の情報記録再生装置。

20. 前記スライダ上に前記エネルギー収束位置に磁界を印加する手段を有することを特徴とする請求項16～19に記載の情報記録再生装置。

21. 前記記録媒体表面から前記スライダ表面までの最短距離が40nm以下であることを特徴とする請求項16～20に記載の情報記録再生装置。

22. 前記収束手段としてSIL(Solid Immersion Lens)を用いることを特徴とする請求項15～21に記載の情報記録再生装置。

23. 前記収束手段として光ファイバを用いることを特徴とする請求項1～8に記載の情報記録再生装置。

24. 前記基体として表面に凹凸構造を有する基体を用い、前記エネルギー照射位置の特定手段は該凹凸構造部分に

おける前記エネルギー強度検出手段の検出結果を参照して前記エネルギー照射位置を特定する手段であり、

前記磁束検出位置の特定手段は該凹凸構造部分における前記磁束検出手段の検出結果を参照して前記磁束検出位置を特定する手段であること

を特徴とする請求項 15 ～ 23 に記載の情報記録再生装置。

25. 前記基体表面で相対的に凹である構造によって製造時に予め情報を固定した記録媒体を用いることを特徴とする請求項 24 に記載の情報記録再生装置。

26. 前記基体表面で相対的に凸である構造部分に前記記録すべき情報を記録することを特徴とする請求項 24 又は 25 に記載の情報記録再生装置。

27. 前記記録媒体上に照射されるエネルギーが略円偏光状態であることを特徴とする請求項 15 ～ 26 に記載の情報記録再生装置。

28. 前記記録媒体表面に沿った磁束検出感度分布が略円弧状である前記磁束検出手段を用いることを特徴とする請求項 15 ～ 27 に記載の情報記録再生装置。

29. 直流帯域から感度を有する前記磁束検出手段を用いることを特徴とする請求項 15 ～ 28 に記載の情報記録再生装置。

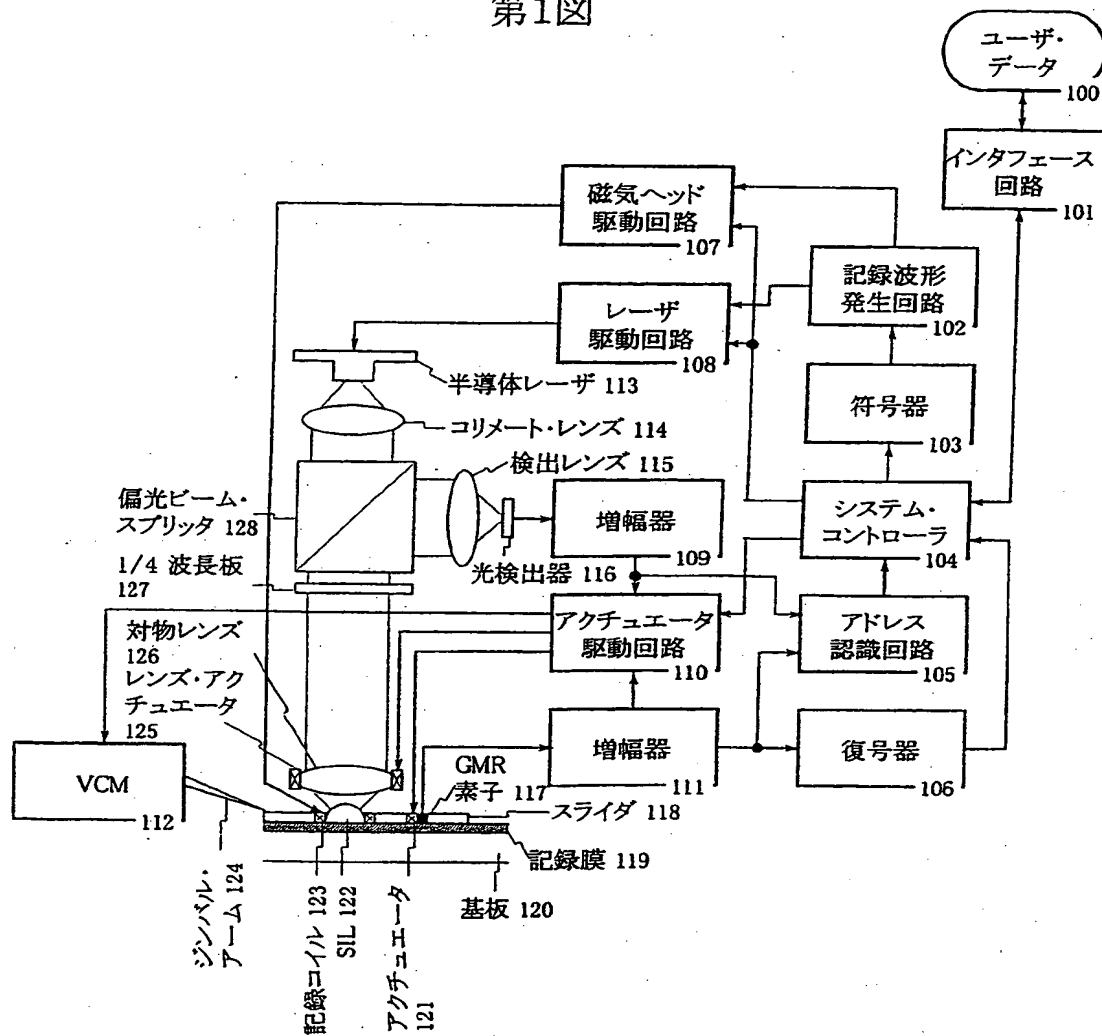
30. 直流帯域から感度を有する少なくとも 2 個以上の前記磁束検出手段と、

前記各磁束検出手段の検出結果を演算する手段を有することを特徴とする請求項 15 ～ 29 に記載の情報

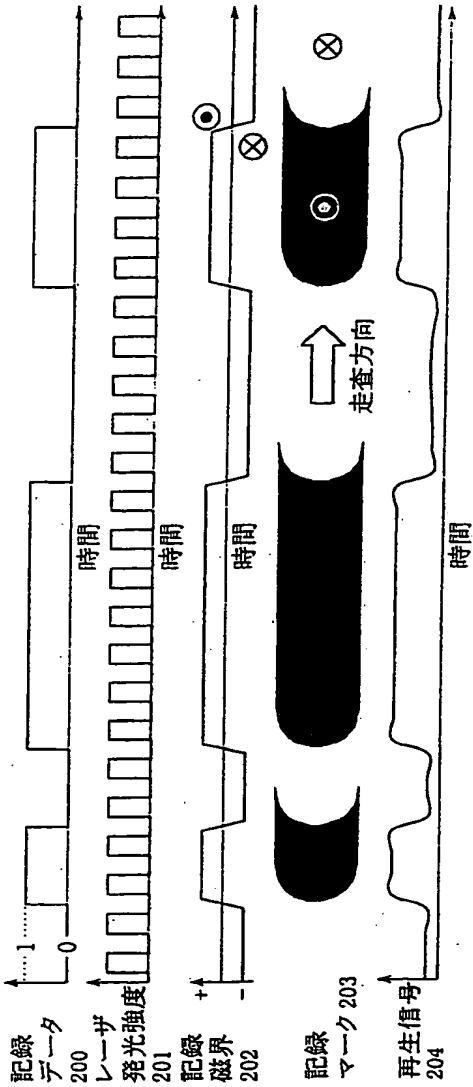
記録再生装置。

1/10

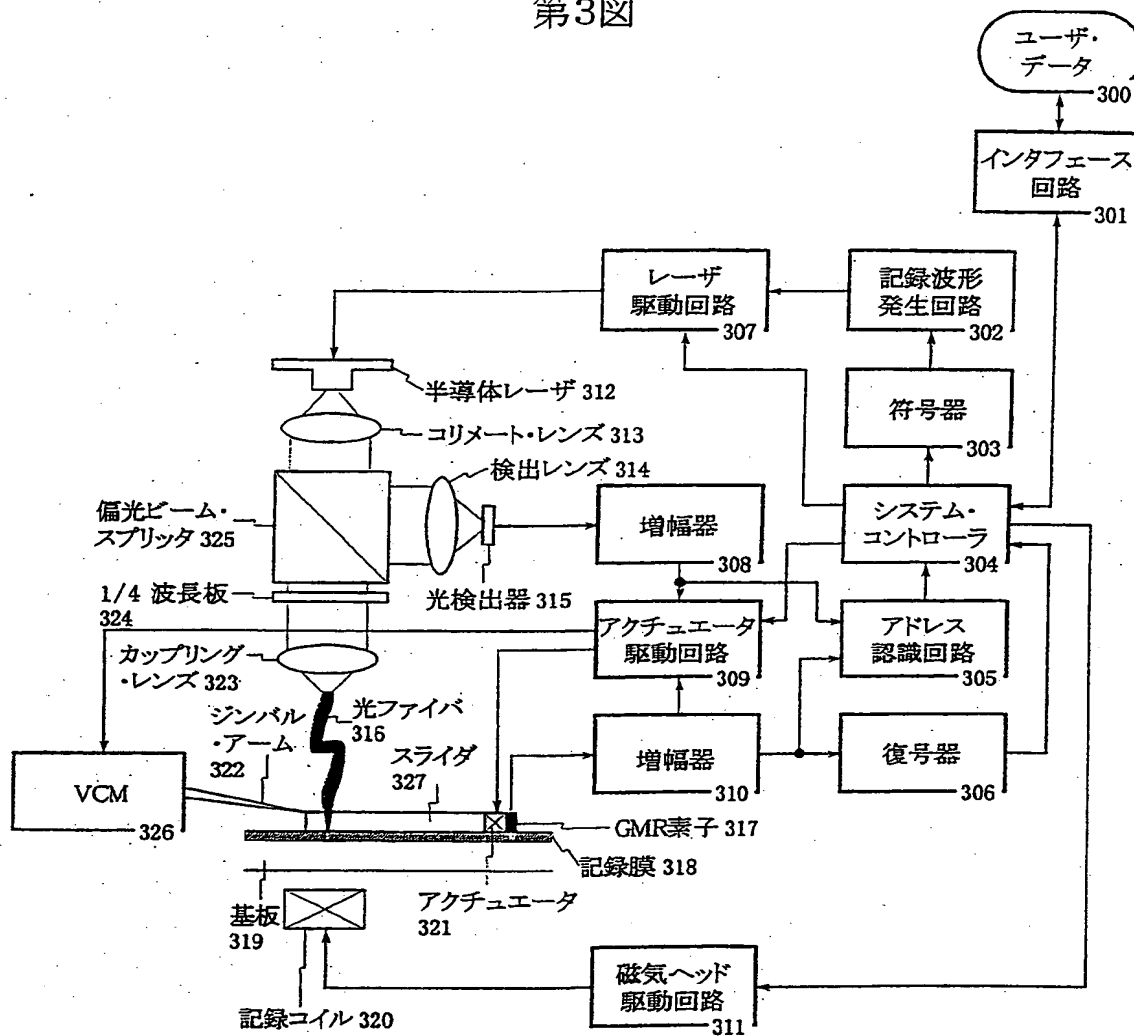
第1図



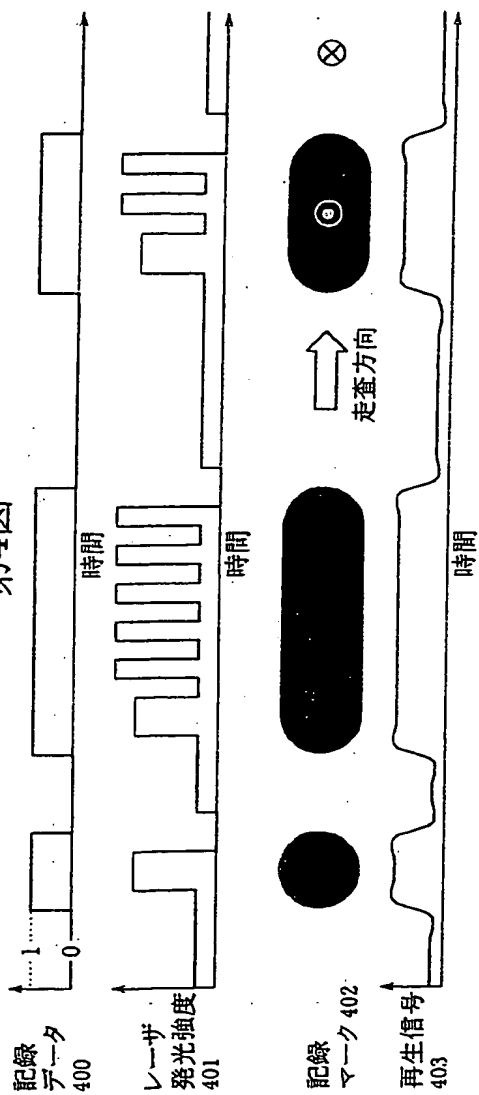
第2図



第3図

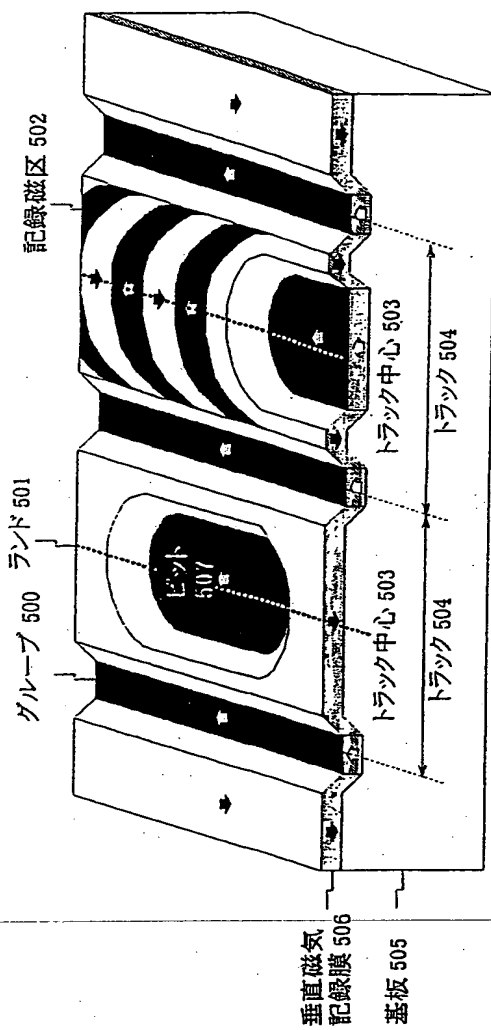


第4図



5/10

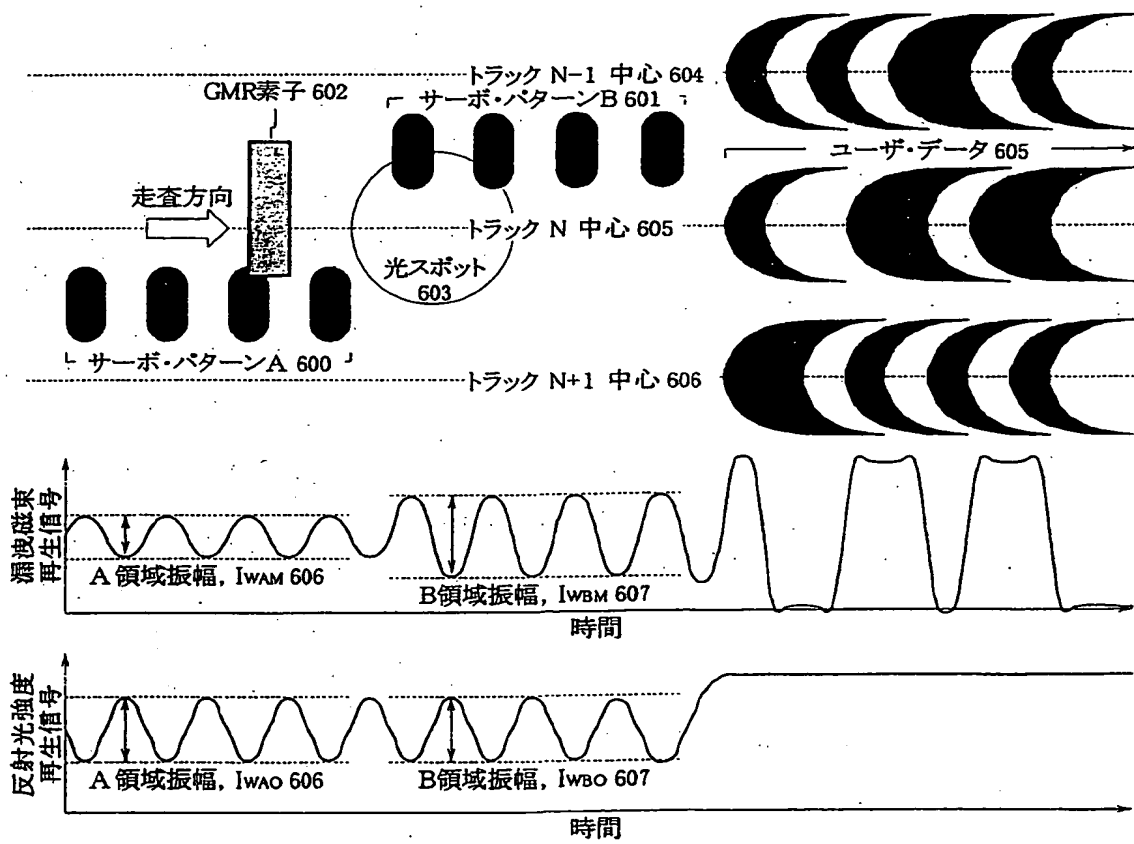
第5図



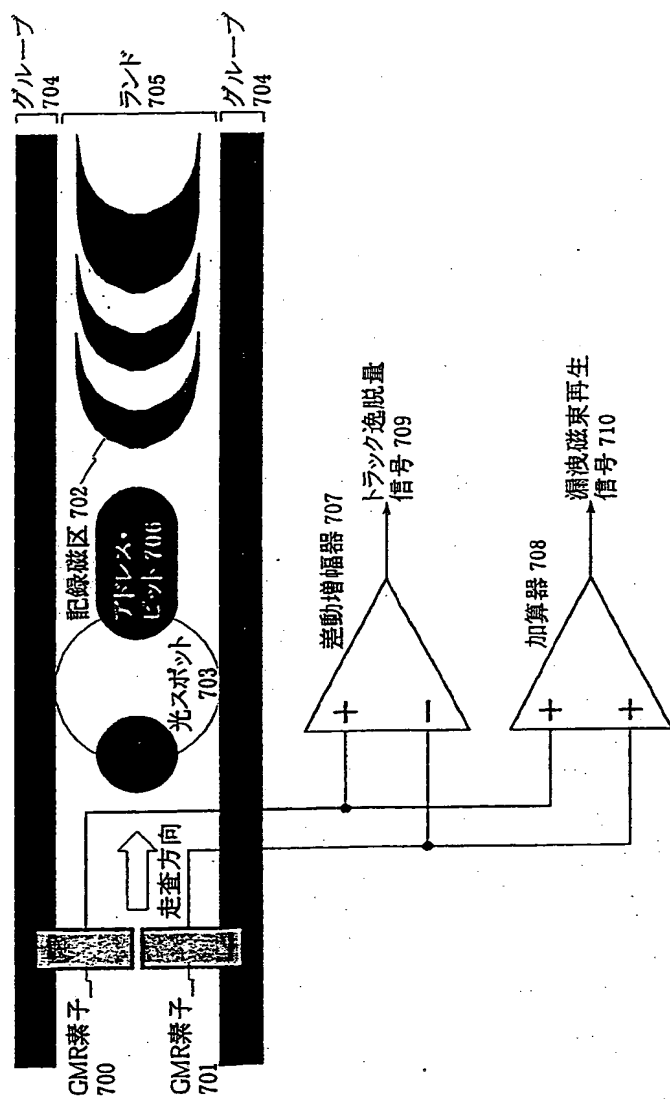


6/10

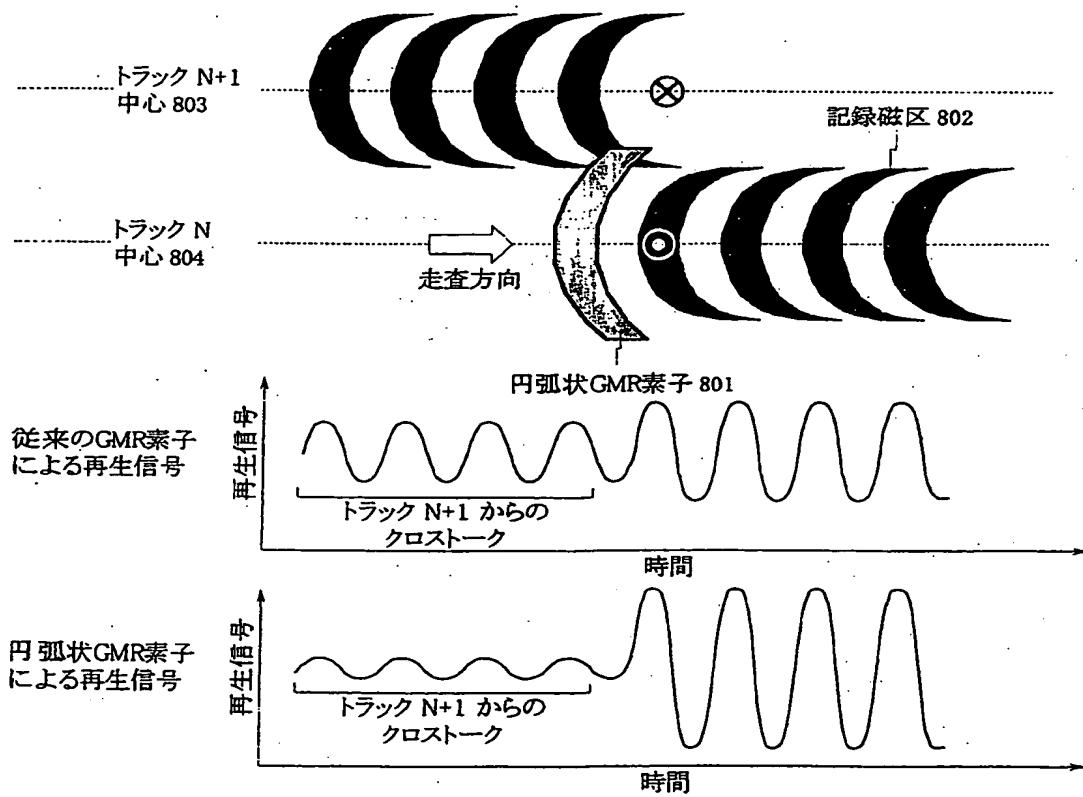
第6図



第7圖

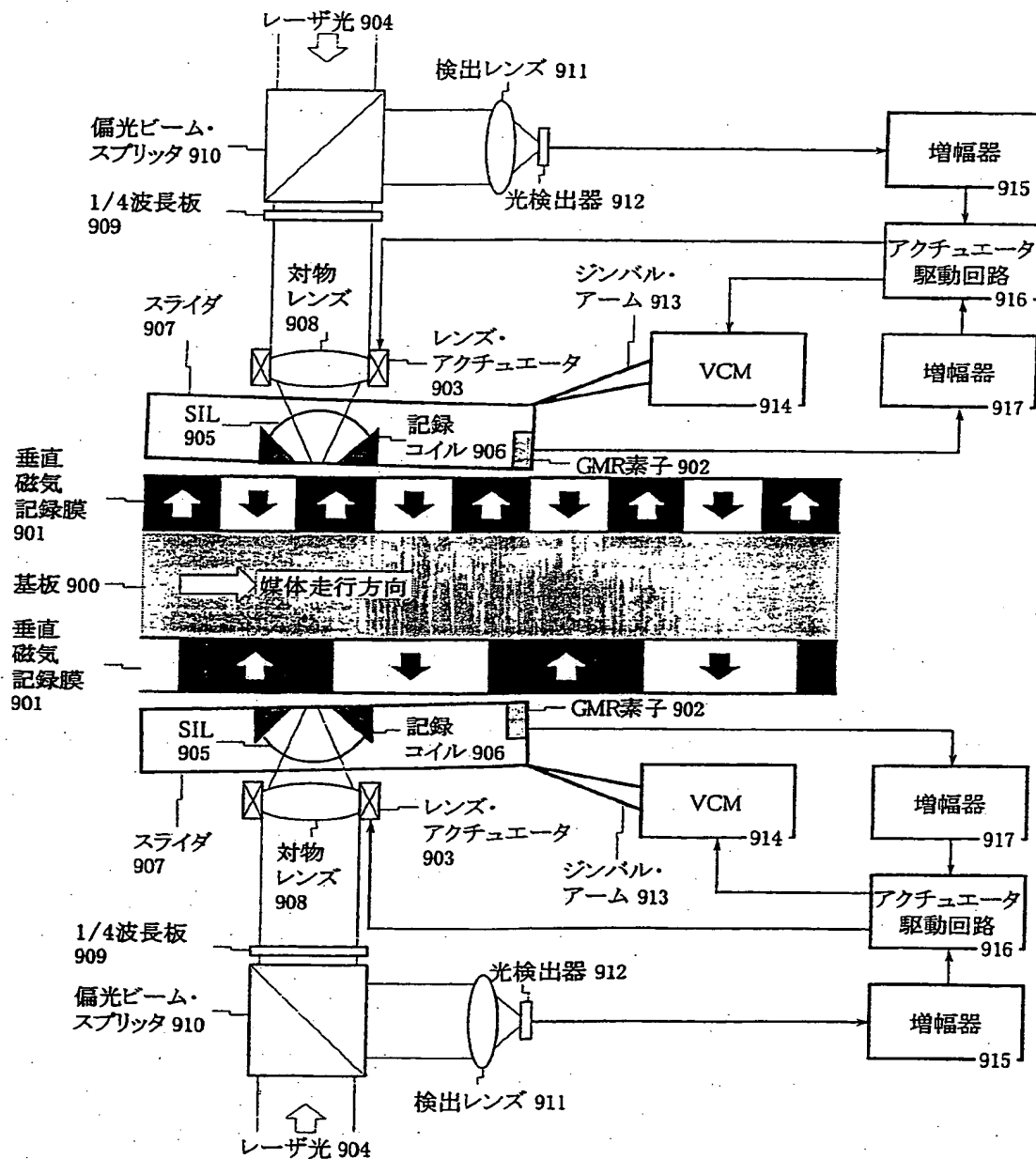


第8図



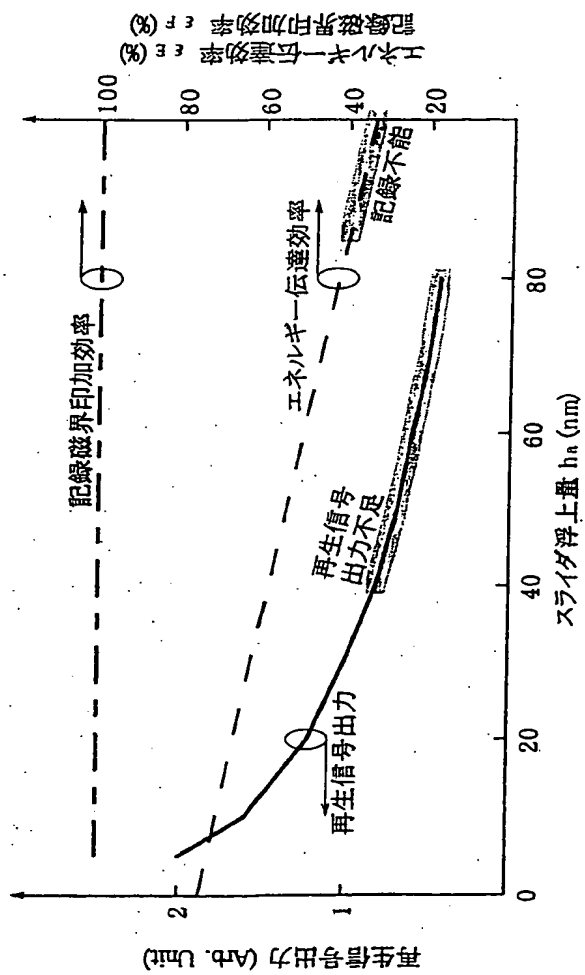
9/10

第9図



10/10

第10図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/03929

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> G11B5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> G11B5/02, G11B7/135, G11B11/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 5-54422, A (Mitsubishi Electric Corp.), 5 March, 1993 (05. 03. 93), Full text ; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-12, 14, 23
Y	JP, 4-48424, A (Sharp Corp.), 18 February, 1992 (18. 02. 92), Full text ; Figs. 1 to 18 (Family: none)	1-12, 14
Y	JP, 8-212579, A (Sony Corp.), 20 August, 1996 (20. 08. 96), Full text ; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-12, 14
Y	JP, 10-21598, A (Fujitsu Ltd.), 23 January, 1998 (23. 01. 98), Full text ; Fig. 2 (Family: none)	12
Y	JP, 8-248641, A (Olympus Optical Co., Ltd.), 27 September, 1996 (27. 09. 96), Full text ; Figs. 1 to 10 (Family: none)	7, 23

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
1 December, 1998 (01. 12. 98)Date of mailing of the international search report  
8 December, 1998 (08. 12. 98)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/03929

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 7-244801, A (Hitachi, Ltd.), 19 September, 1995 (19. 09. 95), Full text ; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-4, 10, 14

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>8</sup> G11B5/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>8</sup> G11B5/02, G11B7/135, G11B11/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-1998年  
 日本国登録実用新案公報 1994-1998年  
 日本国実用新案登録公報 1996-1998年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 5-54422, A (三菱電機株式会社) 05. 3月. 1993年 (05. 03. 93) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-12, 14, 23
Y	J P, 4-48424, A (シャープ株式会社) 18. 2月. 1992年 (18. 02. 92) 全文, 第1-18図 (ファミリーなし)	1-12, 14
Y	J P, 8-212579, A (ソニー株式会社) 20. 8月. 1996年 (20. 08. 96) 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-12, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 12. 98

国際調査報告の発送日

08.12.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

赤穂 隆雄

5D

9559

電話番号 03-3581-1101 内線 3553



C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 10-21598, A (富士通株式会社) 23. 1月. 1998年 (23. 01. 98) 全文, 第2図 (ファミリーなし)	12
Y	J P, 8-248641, A (オリンパス株式会社) 27. 9月. 1996年 (27. 09. 96) 全文, 第1-10図 (ファミリーなし)	7, 23
Y	J P, 7-244801, A (株式会社日立製作所) 19. 9月. 1995年 (19. 09. 95) 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-4, 10, 14

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**